

Requested document:**[JP10201083 click here to view the pdf document](#)****AUTOMATIC SECTION SWITCH FOR DISTRIBUTION LINE**

Patent Number:

Publication date: 1998-07-31

Inventor(s): KAJIMA TOSHIRO

Applicant(s): NISSIN ELECTRIC CO LTD

Requested Patent: ☐ [JP10201083](#)

Application Number: JP19970014572 19970109

Priority Number(s): JP19970014572 19970109

IPC Classification: H02H7/26; H02J13/00

EC Classification:

Equivalents: JP3221342B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a ground fault of a distribution line and to recover the sound section quickly by making a decision that its own section is faulty when the absolute value of phase difference between its own section and an adjacent section on the load side exceeds a specified value thereby opening a section switch before a circuit breaker in a substation is reclosed. **SOLUTION:** When a circuit breaker 3 in a substation 1 is opened through a control processing section 34, a serial interface 40 and a communication modem 42 to interrupt power supply through a distribution line 4, phase difference information stored in a memory 28 in the following section on the load side is received through communication with a switch controller 15 in that section. A control processing section 27 makes a decision that its own section is faulty when the absolute value of difference between a phase difference of its own section and a phase difference of the following section on the load side stored in the memory 28 exceeds 90 deg. and opens a section switch 14 before the circuit breaker 3 is reclosed along with a control output circuit 31 an open coil 21. Consequently, the sound section in the upstream can be recovered quickly.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-201083

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 H 7/26

H 0 2 J 13/00

識別記号

3 1 1

F I

H 0 2 H 7/26

H 0 2 J 13/00

J

3 1 1 S

審査請求 有 請求項の数 1 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平9-14572

(22) 出願日

平成9年(1997) 1月9日

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 梶間 俊郎

京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機

株式会社内

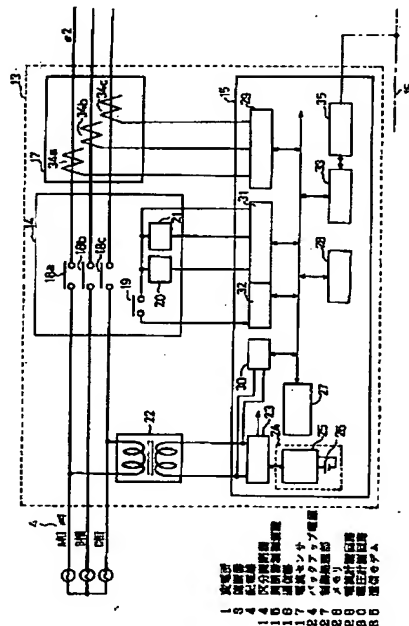
(74) 代理人 弁理士 藤田 龍太郎

(54) 【発明の名称】 配電線自動区分開閉装置

(57) 【要約】

【課題】 遠方監視制御の基地局設備を備えることなく、試送電等を行うこともなく、樹枝状、非接地系統の配電線の事故区間を切離して上流の健全区間を復旧し得る配電線自動区分開閉装置を提供する。

【解決手段】 開閉器制御装置15に、配電線4の停電中の動作電源を形成するバックアップ電源24と、自区間の零相電流を監視する手段と、配電線4の所定の2相の線間電圧を監視する手段と、線間電圧と零相電流との位相差を求める手段と、零相電流が設定値より大きいときに地絡事故による過電流の発生を検出して位相差を記憶する手段と、配電線4が停電したときに負荷側の隣りの区間の制御装置15と通信してその区間の前記位相差の記憶情報を受信する手段と、両区間の前記位相差の差の絶対値が 90° より大きくなるときに自区間事故と判定する手段と、この事故判定により遮断器3が再閉路する前に区分開閉器14を開放する手段とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 樹枝状、非接地系統の配電線を区分する区分開閉器と、前記区分開閉器の開閉を制御する開閉器制御装置とからなる配電線自動区分開閉装置において、前記開閉器制御装置に、前記配電線の停電中の動作電源を形成するバックアップ電源と、前記区分開閉器の負荷側の自区間の零相電流を監視する手段と、前記配電線の所定の2相の線間電圧を監視する手段と、前記線間電圧と前記零相電流との位相差を求める手段と、前記零相電流が設定値より大きいときに地絡事故による過電流の発生を検出して前記位相差を記憶する手段と、変電所の遮断器が開放して前記配電線が停電したときに前記自区間の負荷側の隣りの区間の前記開閉器制御装置と通信して前記負荷側の隣りの区間の前記位相差の記憶情報を受信する手段と、前記自区間の前記位相差の記憶値と前記負荷側の隣りの区間の前記位相差の記憶値との差の絶対値が90°より大きくなるときに自区間事故と判定する手段と、前記自区間事故の判定により前記遮断器が再閉路する前に前記区分開閉器を開放する手段とを備えたことを特徴とする配電線自動区分開閉装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、樹枝状（非ループ）、非接地系統の配電線の区分に好適な配電線自動区分開閉装置に関し、詳しくは地絡事故による事故区間の切離しに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、樹枝状、非接地系統においては、図19に示すように変電所1の配電トランス2の非接地の2次側に遮断器3を介して3相の配電線4が接続され、この配電線4は複数の配電線自動区分開閉装置5の区分開閉器6により、上流側（変電所側）から順の複数の区間#0、#1、#2、#3、…に区分される。

【0003】そして、各配電線自動区分開閉装置5は、区分開閉器6と、この開閉器6を開閉制御する開閉器制御装置7とからなり、この開閉器制御装置7の開閉制御により各区分開閉器6の負荷側のそれぞれの自区間#1、#2、#3、…が接離自在に系統に接続される。

【0004】この系統のいずれかの区間に事故が発生して変電所1の遮断器3が開放され、配電線4が事故停電すると、従来は、つぎに説明する試送電により変電所1の遮断器3を再々閉路して事故区間より上流側の健全区間を復旧することが一般に行われる。

【0005】例えば図20に示すように、区間#2に事故点P₁が発生し、過電流通電に基づいて遮断器3が開放され、配電線4が事故停電すると、事故停電の発生か

ら一定時間経過したときに遮断器3が再閉路し、この再閉路後、各区分開閉器6がそれぞれの上流側の復電に基づいて最上流の区分開閉器6から順に時限投入される。

【0006】この時限投入により区間#2の区分開閉器6が再閉路すると、遮断器3が再び開放されて配電線4が停電する。

【0007】このとき、区間#2の区分開閉器6は、その上流側の復電から事故検出時限内に開放されて開放状態にロックされる。

【0008】そして、停電から一定時間後に遮断器3が再々閉路し、この再々閉路に基づき、再閉路時と同様、区間#1の区分開閉器6が最初に時限投入され、その負荷側の区間#1が復電する。

【0009】さらに、区間#1の復電から投入時限経過しても、事故区間#2の区分開閉器6が開放状態にロックされているため、この区分開閉器6は投入されず、事故区間#2が系統から切離される。

【0010】この事故区間#2の切離しにより、その上流側の健全区間#0、#1が復電し、試送電による健全区間の復旧が完了する。

【0011】また、従来は電力会社の営業所や配電系統制御センタ等のいわゆる遠方監視制御の基地局設備により、事故区間を特定して事故対策等を施すため、各開閉器制御装置7が通信線9を介して例えば配電系統制御センタ10の通信装置11に接続され、この通信装置11にセンタ10の監視制御装置12が接続される。

【0012】そして、この監視制御装置12と各開閉器制御装置7とが、監視制御装置12を基地局（親局）、各開閉器制御装置7を子局として、ボーリング通信により情報をやりとりし、この情報のやりとりにより監視制御装置12は各開閉器制御装置7の3相変流器等のセンサ8による計測結果等の記憶情報を事故情報として収集し、この収集の結果に基づき、事故区間を判別して判別結果のモニタ表示等を行う。

【0013】ところで、前記試送電により遮断器3を再々閉路して事故区間#2を切離し、健全区間#0、#1を復旧する場合、事故停電後直ちに健全区間#0、#1を復旧することができず、しかも、健全区間#0、#1が事故停電後の試送電によっても停電し、復旧までに停電がくり返し発生する。

【0014】そこで、つぎに説明するように事故停電後遮断器3が再閉路するまでに、配電系統制御センタ10等の遠方監視制御により事故区間#2の区分開閉器6を開放し、試送電を行わずに健全区間#0、#1を復旧することも考案されている。

【0015】すなわち、各開閉器制御装置7に電池電源等の系統停電時のバックアップ電源を備え、例えば図20の事故点P₁で事故が発生すると、同図に示すように、配電線4の事故停電中に各開閉器制御装置7から通信線9を介して監視制御装置12にそれぞれの記憶情報

(#1の情報、#2の情報、...)を送信する。

【0016】さらに、この伝送に基づき監視制御装置12により事故区間#2を特定し、図21に示すように、事故停電中に監視制御装置12から通信線9を介して事故区間#2の開閉器制御装置7に開放制御を指令し、この指令に基づいて事故区間#2の区分開閉器6を開放状態にロックする。

【0017】そして、遮断器3が再閉路すると、図22に示すように、健全区間#0、#1を復旧する。

【0018】なお、図19～図22において、配電線4等の太線は充電状態にあることを示す。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】前記従来の配電線自動区分閉装置5の場合、センサ8により各相の電流を計測し、過電流通流等によるその大きさの変化から事故の発生を検出する構成であるため、実際には非接地系統の地絡事故の発生を検出することが困難である。

【0020】すなわち、非接地系統は接地インピーダンスが大きく、地絡電流が数百ミリアンペア程度の微小電流であり、この微小電流によっては、センサ8の各相の計測電流量がほとんど変化しない。

【0021】そのため、各相の電流の大きさの変化を監視しても、地絡事故の発生を検出することができず、地絡事故の発生時に事故区間を自動区分により切離すことができない問題点がある。

【0022】また、配電系統制御センタ10等の基地局設備の遠方監視制御により健全区間を復旧する場合は、この復旧に事故区間の自動判定機能等を有するコンピュータ構成の大規模な監視制御装置12を備えた基地局設備を要する。

【0023】しかも、例えば国内においては、前記基地局設備を各都道府県に数箇所設置するのが一般的であり、この場合、配電線4のような配電線網が変電所を中心にして、都市部では半径5～10Km、郡部では半径50Km程度の規模に形成されるため、基地局設備と配電線網との距離が50Km～100Kmをこえるケースも多々生じ、基地局設備と配電線網とを結ぶ長い通信路を要し、通信線9が極めて長くなり、通信設備の多大な工事等を要するとともに、通信電力として大電力が必要になる。

【0024】なお、通信線9による有線通信の代わりに無線通信を採用したとしても、配電系統制御センタ10等の基地局設備には基地局用の大電力の通信設備が必要である。

【0025】また、通信線9を省くため、配電線4を利用した配電線搬送方式で通信を行うと、そのために必要な通信電力は数メガワットもの大電力になる。

【0026】一方、試送電による遮断器3の再々閉路で健全区間を復旧する場合は、この復旧に基地局設備の遠方監視制御は要しないが、試送電を行う必要があり、迅

速に復旧することができず、しかも、試送電に伴う停電が発生する。

【0027】本発明は、従来の遠方監視制御の基地局設備等を設けることなく、また、試送電等を行うこともなく、従来は困難であった樹枝状、非接地系統の配電線の地絡事故の発生を迅速に検知し、事故区間を自動的に切離してこの区間より上流の健全区間を復旧し得る配電線自動区分閉装置を提供することを課題とする。

【0028】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するために、本発明の配電線自動区分閉装置においては、開閉器制御装置に、配電線の停電中の動作電源を形成するバックアップ電源と、区分閉器の負荷側の自区間の零相電流を監視する手段と、配電線の所定の2相の線間電圧を監視する手段と、線間電圧と零相電流との位相差を求める手段と、零相電流が設定値より大きいときに地絡事故による過電流の発生を検出して前記位相差を記憶する手段と、変電所の遮断器が開放して配電線が停電したときに自区間の負荷側の隣りの区間の開閉器制御装置と通信して負荷側の隣りの区間の前記位相差の記憶情報を受信する手段と、自区間の前記位相差の記憶値と負荷側の隣りの区間の前記位相差の記憶値との差の絶対値が90°より大きくなるとときに自区間事故と判定する手段と、自区間事故の判定により変電所の遮断器が再閉路する前に区分閉器を開放する手段とを備える。

【0029】したがって、配電線が事故停電しても、開閉器制御装置はバックアップ電源で動作する。

【0030】一方、樹枝状、非接地系統の配電線に地絡事故が発生すると、この配電線に数百ミリアンペア程度の地絡事故電流が流れる。

【0031】そして、非接地系の零相電流は本来は零であり、前記の数百ミリアンペアの変化であっても、容易にこの変化を検出できるため、零相電流が前記数百ミリアンペア程度の所定値より大きくなることから、地絡事故の発生が確実に検出される。

【0032】また、地絡事故が発生すると、事故点に零相電圧が発生した状態になり、零相電流は、事故点より上流、すなわち事故区間及びその上流区間では上流側に流れ、事故点より下流区間では下流側に流れ、このとき、系統の所定の2相、例えばA、C相の線間電圧を基準にしたこの電圧と事故点より上流の零相電流との位相差と、前記線間電圧と事故点より下流の零相電流との位相差との差が大きく、その差の絶対値は90°より大きくなる。

【0033】そのため、地絡事故の発生を検出したときに、自区間の前記位相差を記憶し、この位相差の記憶値と負荷側の隣りの区間の開閉器制御装置から受信した前記負荷側の隣りの区間の位相差の記憶値との差の絶対値を求めることにより、この絶対値が90°より大きくなることから自区間事故が検出される。

【0034】そして、自区間事故であれば、変電所の遮断器が再閉路する前に、自区間の区分開閉器が開放されて事故区間が自動的に切離される。

【0035】この切離しにより、変電所の遮断器が再閉路すると、事故区間より上流の健全区間が直ちに復旧する。

【0036】この場合、配電線の事故停電後、従来の試送電等を行うことなく、変電所の遮断器が再閉路したときに迅速に健全区間が復旧する。

【0037】しかも、負荷側の隣接区間の開閉器制御装置と通信するのみであるため、従来の遠方監視制御の大規模な基地局設備やその通信設備は不要である。

【0038】そのため、従来の試送電等を行うことなく、大規模な基地局設備及びその通信設備等を備えることもなく、隣りの区間の開閉器制御装置との通信のみにより、従来は困難であった樹枝状、非接地系統の配電線の地絡事故の発生を検出して事故区間より上流の健全区間を迅速に復旧することができる。

【0039】

【発明の実施の形態】本発明の実施の1形態につき、図1ないし図18を参照して説明する。まず、本形態の樹枝状、非接地系統は図5に示すように構成され、従来と同様、変電所1の配電トランス2の2次側に遮断器3を介して3相の配電線4が接続される。

【0040】そして、配電線4は複数の配電線自動区分開閉装置13の区分開閉器14により、従来と同様、複数の区間#0、#1、#2、#3、…に区分される。

【0041】さらに、各区分開閉器14は各自動区分開閉装置13の開閉器制御装置15により開閉制御され、各開閉器制御装置15は通信線16を介して負荷側の隣りの区間#2、#3、#4、…の開閉器制御装置15と通信する。

【0042】また、各区分開閉器14の負荷側近傍に、それぞれの負荷側自区間#1、#2、#3、…の系統電流を相毎に計測する3相変流器構成の電流センサ17が設けられ、このセンサ17の計測信号は各自動区分開閉装置13の開閉器制御装置15に供給される。

【0043】そして、本形態の接地系統の場合、各区分開閉器14の開閉制御に図19の配電系統制御センタ10等の遠方監視制御の基地局設備を必要としないため、同図の配電系統制御センタ10は省かれ、このセンタ10と配電線自動区分開閉装置5との間の通信路に相当する通信路は設けられていない。

【0044】つぎに、各配電線自動区分開閉装置13の区分開閉器14、開閉器制御装置15及び電流センサ17は、区間#2の配電線自動区分開閉装置13を示した図1のように構成される。

【0045】そして、区分開閉器14は、配電線1のA、B、Cの各相毎の連動する主回路接点18a、18b、18cと、これらの接点18a～18cに連動する

表示用補助接点19と、各接点18a～18c、19の投入コイル20、開放コイル21とを備える。

【0046】また、開閉器制御装置15は、配電線4の所定の2相、例えばA、C相の線間電圧が制御用トランス22により单相の駆動電源（制御電源）に加工されて電源入力回路23に供給され、この電源入力回路23から装置内各部に電源が供給されて動作する。

【0047】さらに、電源入力回路23にバックアップ電源24の停電バックアップ回路25が接続され、配電線4の系統電源が健全な通常は、制御用トランス22から電源入力回路23、停電バックアップ回路25を介してバックアップ電源24の2次電池26が充電され、配電線4が地絡事故等で停電すると、2次電池26から停電バックアップ回路25、電源入力回路23を介して装置内各部に電源が給電され、この給電により開閉器制御装置15は配電線4の停電中にも動作する。

【0048】そして、開閉器制御装置15はマイクロコンピュータ構成の制御処理部27にメモリ28、電流計測回路29、電圧計測回路30、制御出力回路31、表示入力回路32及び通信用のシリアルインタフェース33等がバス結合されて形成され、制御処理部27により図2、図3の事故監視制御処理を実行する。

【0049】このとき、電流計測回路29に電流センサ17のA、B、C各相の変流器34a、34b、34cの計測信号が供給され、電流計測回路29は各相の電流のベクトル和を演算して自区間#1、#2、#3、…の零相電流を求め、電流計測回路29からの零相電流の情報により制御処理部27が自区間#1、#2、#3、…の零相電流を監視する。

【0050】また、電圧計測回路30は制御トランス22を介したA、C相の線間電圧を計測してその情報を制御処理部27に供給し、各区間#1、#2、#3、…の制御処理部27はそれぞれのA、C相の線間電圧を監視する。

【0051】そして、制御処理部27は線間電圧の位相を基準にして自区間#1、#2、#3、…の線間電圧の位相角と零相電流の位相角との位相差を求め、本来は零に保たれる零相電流が地絡事故により数百ミリアンペア程度の設定値より大きくなると、地絡事故による過電流の発生を検出してそのときの位相差をメモリ28に記憶する。

【0052】なお、線間電圧の位相角、零相電流の大きさ及び位相角は、例えば周知のデジタル波形処理により、線間電圧、零相電流をそれぞれサンプリングしてフーリエ積分し、それぞれの波形をフーリエ解析して得られる。

【0053】つぎに、制御出力回路31は制御処理部27の制御により、区分開閉器14の投入コイル20、開放コイル21を駆動して区分開閉器14を投入、開放する。

【0054】また、表示入力回路32に表示用補助接点19の接点信号が供給され、この接点信号により制御処理部27は区分開閉器14の開閉状態を把握する。

【0055】さらに、シリアルインタフェース33は通信モデム35を介して通信線16に接続され、各区間#1、#2、#3、…の開閉器制御装置15が通信線16を介してそれぞれの負荷側の隣りの区間（以下負荷側次区間という）#2、#3、#4、…の開閉器制御装置15と通信する。

【0056】そして、制御処理部27、シリアルインタフェース32、通信モデム35により、変電所1の遮断器3が開放して配電線4が停電したときに負荷側次区間の開閉器制御装置15と通信して負荷側次区間のメモリ28に記憶された位相差の情報を受信する手段が形成される。

【0057】さらに、制御処理部27は、メモリ28に記憶した自区間の前記位相差の記憶値と負荷側次区間の前記位相差の記憶値との差の絶対値が 90° より大きくなるときに自区間事故と判定する手段を形成し、制御出力回路31、開放コイル21とともに、自区間事故の判定により遮断器3が再閉路する前に区分開閉器14を開放する手段を形成する。

【0058】つぎに、制御処理部27の事故監視制御処理について説明する。まず、図2のステップ S_1 の初期設定でメモリ28をリセット等した後、ステップ S_2 により電圧計測回路30の計測結果に基づいてA、C相間の現在の線間電圧の位相角を把握し、ステップ S_3 、 S_4 により電流計測回路30の計測時に基づいて自区間#1、#2、#3、…の零相電流の大きさ（絶対値）及び位相角を求め、この零相電流が数百ミリアンペア程度の設定値より大きいかな否かをステップ S_5 により判別する。

【0059】そして、通常は零相電流が設定値より小さく、前記線間電圧が健全で系統電圧も消失していないため、ステップ S_4 、 S_5 を否定（NO）で通過してステップ S_2 に戻り、ステップ $S_2 \sim S_5$ のループにより地絡事故の発生を監視する。

【0060】つぎに、例えば図6に示すように区間#2の事故点 P_2 で地絡事故が発生すると、零相電流が設定値より大きくなる。

【0061】このとき、ステップ S_4 からステップ S_{6a} に移行し、A、C相間の線間電圧の位相を基準にして、その線間電圧と零相電流との位相差を求め、この位相差をメモリ28に書込んで記憶する。

【0062】そして、変電所1の遮断器3が過電流通電等で開放されて配電線4が停電するまで、ステップ S_5 からステップ S_2 に戻ってメモリ28の記憶を更新し、メモリ28に地絡事故により配電線4が停電する直前の線間電圧と零相電流との位相差を記憶する。

【0063】なお、瞬時的な事故等の際に系統の復電に

伴う過電流の消滅を検出してメモリ28の記憶消去を行うため、ステップ S_{6b} によりリセットカウントメモリに消滅検出時間 N_n の初期値（設定値）をセットする。

【0064】そして、ステップ S_4 により過電流の消失が検出されると、サブステップ S_a 、 S_b 、 S_c 、 S_d からなる S_{6c} によりリセットカウントメモリの N_n を1ずつカウントダウンし、時間 N_n が0になると、メモリ28の位相差の記憶値を消去する。

【0065】一方、事故が継続して配電線4が停電すると、メモリ28に前記位相差を記憶してステップ S_5 から図3のステップ S_7 に移行する。

【0066】そして、零相電流が設定値より大きく、地絡事故が継続していると、ステップ S_7 からステップ S_8 に移行して内蔵のタイマを起動し、負荷側次区間#2、#3、#4、…の呼出し待機時間 N_i （ $=N_1$ 、 N_2 、 N_3 、…）（秒）を計測する。

【0067】この待機時間 N_i は各開閉器制御装置15が負荷側次区間の開閉器制御装置15を呼出して情報を受信する時間をずらし、通信線16の共用による情報の衝突を防止するために設定され、本実施の形態においては、最上流の区間#1の開閉器制御装置15から順に呼出しを行うため、 $N_1 < N_2 < N_3 \dots$ に設定されている。

【0068】そして、ステップ S_9 により系統電圧の消失の有無を判定し、停電の継続を確認すると、ステップ S_{10} 、 S_{12} からステップ S_9 に戻るループにより呼出し待機時間 N_i が経過するまで上流側の隣りの区間（以下上流側次区間という）の開閉器制御装置15からの呼出しを監視する。

【0069】この監視中に上流側次区間の開閉器制御装置15から呼出されると、ステップ S_{11} によりメモリ28の記憶情報を読み出し、この記憶情報に基づく応答信号（返信信号）を上流側次区間の開閉器制御装置15に伝送する。

【0070】さらに、呼出し待機時間 N_i が経過すると、ステップ S_{12} からステップ S_{13} に移行して負荷側次区間の開閉器制御装置15に過電流情報の呼出しを送出（伝送）し、この呼出しに基づく負荷側次区間の開閉器制御装置15からの応答信号を受信すると、ステップ S_{14} からステップ S_{15} に移行し、このステップ S_{15} によりメモリ28の自区間の前記位相差の記憶値と受信した負荷側次区間の前記位相差の記憶値との差の絶対値を求め、この絶対値が 90° より大きいかな否かにより自区間事故の有無を判定する。

【0071】そして、自区間で地絡事故が発生したときは、前記差の絶対値が 90° より大きくなり、このとき、ステップ S_{15} からステップ S_{16} に移行し、開放コイル21を通电駆動して自区間の区分開閉器14を開放状態にロックし、事故区間（自区間）を系統から切離す。

【0072】さらに、自区間事故と判定したときは、ス

テップS₁₆からステップS₁₇に移行し、ステップS₁₅で他区間事故と判定したときは、ステップS₁₅からステップS₁₇に移行する。

【0073】そして、ステップS₁₇により停電継続を確認すると、変電所1の遮断器3の再閉路等で系統電圧が復旧するまでステップS₁₈～S₂₀のループにより上流側次区間の開閉器制御装置15からの呼出しを監視し、呼出しを検出すると、応答信号を送し、系統電圧が復旧すればステップS₂₀から図2のステップS₁に戻る。

【0074】なお、ステップS₉、S₁₇により系統電圧の復電が検出されたときにも、図2のステップS₁に戻る。

【0075】したがって、配電線4が地絡事故によって、事故停電すると、この停電中に事故区間の区分開閉器14が開放状態にロックされて事故区間が自動的に切離され、変電所1の遮断器3が再投入されたときに、自区間より上流の各健全区間が復旧する。

【0076】つぎに、図5の配電系統において、図6に示すように区間#2の事故点P₂で地絡事故が発生した場合の系統全体の動作について、図4のタイミングチャートを参照して説明する。

【0077】まず、t₁に区間#2の事故点P₂で地絡事故が発生し、変電所1の遮断器3が適当な時限動作でt₂に開放し、図4の(a)に示すように、配電線4の系統電圧(配電線電圧)が消失して電圧有りの状態から電圧無しの状態、すなわち停電になると、停電直前の各区間#1、#2、#3、…の零相電流が設定値より大きくなり、同図の(b)、(f)、(j)、(n)に示すように、各区間#1、#2、#3、…の開閉器制御装置15はメモリ28に前記の線間電圧と零相電流との位相差を記憶する。

【0078】さらに、t₂の事故停電と同時に各開閉器制御装置15のタイマが作動し、t₂から呼出し待機時間N₁が経過すると、図4の(c)に示すように区間#1の開閉器制御装置15が負荷側次区間#2の開閉器制御装置15に呼出信号を送信し、同図の(h)に示すこの呼出信号の受信に基づき、区間#2の開閉器制御装置15は同図の(g)に示すように、メモリ28の記憶情報(#2の情報)を讀出して応答信号を上流側次区間#1の開閉器制御装置15に送信する。

【0079】そして、区間#1の開閉器制御装置15は、メモリ28の自区間#1の前記位相差の記憶値と図4の(d)に示す受信した負荷側次区間#2の前記位相差の記憶値との差の絶対値を演算する。

【0080】このとき、停電直前の区間#1、#2の零相電流は共に上流に流れ、線間電圧に対するそれぞれの零相電流の位相差を θ (#1)、 θ (#2)とすると、図7に示すように区間#1、#2の位相差 θ (#1)、 θ (#2)は共にほぼ+45°になる。

【0081】そのため、両区間#1、#2の位相差 θ

(#1)、 θ (#2)の差の絶対値が90°より小さくなり、区間#1の開閉器制御装置15は、自区間#1が事故区間でないことを識別し、他区間事故であると判定する。

【0082】そして、他区間事故の判定をしたときは、開閉器制御装置15が区分開閉器14を開放状態にロックしないため、区間#1の区分開閉器14は図4の(e)に示すように投入状態に保たれる。

【0083】つぎに、t₂から呼出し待機時間N₂が経過すると、図4の(g)に示すように、区間#2の開閉器制御装置15が負荷側次区間#3の開閉器制御装置15に呼出信号を送信し、同図の(i)に示すこの呼出信号の受信に基づき、区間#3の開閉器制御装置15が同図の(k)に示すように、メモリ28の記憶情報(#3の情報)を讀出して応答信号を上流側次区間#2の開閉器制御装置15に送信する。

【0084】そして、区間#2の開閉器制御装置15は、メモリ28の自区間#2の前記位相差の記憶値と図4の(h)に示す受信した負荷側次区間#3の前記位相差の記憶値との差の絶対値を求める。

【0085】このとき、停電直前の区間#2の零相電流は上流側に流れ、区間#3の零相電流は下流側に流れ、それぞれの位相差を θ (#2)、 θ (#3)とすると、図8に示すように位相差 θ (#2)、 θ (#3)がほぼ180°ずれて+45°、-135°それぞれになる。

【0086】そのため、両区間#2、#3の位相差 θ (#2)、 θ (#3)の差の絶対値が90°より大きくなり、区間#2の開閉器制御装置15は、自区間#2が事故区間であることを識別し、自区間事故であると判定する。

【0087】そして、自区間事故の判定に基づき、区間#2の開閉器制御装置15は図4の(i)に示すように自区間#2の区分開閉器14を開放状態にロックし、区間#2を系統から切離す。

【0088】つぎに、t₂から呼出し待機時間N₃が経過すると、図4の(k)に示すように区間#3の開閉器制御装置15が負荷側次区間#4の開閉器制御装置15に呼出信号を送信して区間#1、#2の開閉器制御装置15と同様に動作する。

【0089】このとき、停電直前の両区間#3、#4の零相電流は共に下流側に流れ、それぞれの線間電圧に対する位相差を θ (#3)、 θ (#4)とすると、図9に示すように両区間#3、#4の位相差 θ (#3)、 θ (#4)は共にほぼ-135°になる。

【0090】そのため、両区間#3、#4の位相差 θ (#3)、 θ (#4)の差の絶対値が90°より小さくなり、区間#3の開閉器制御装置15は、区間#1の開閉器制御装置15と同様、他区間事故であると判定し、この判定に基づき、区間#3の区分開閉器14は図4の(m)に示すように投入状態に保たれる。

【0091】さらに、 t_2 から呼出し待機時間 N_4 が経過すると、図4の(o)に示すように、区間#4の開閉器制御装置15は負荷側次区間#5の開閉器制御装置15に呼出信号を送信し、この呼出しに基づく同図の(p)に示す区間#5の応答信号を受信し、このとき、区間#4、#5の前記位相差もほぼ等しく図9と同様になるため、区間#4の開閉器制御装置15も他区間事故と判定し、この判定に基づき、同図の(q)に示すように区間#4の区分開閉器14も投入状態に保たれる。

【0092】以降、残りの各開閉器制御装置15も#3、#4、#5の開閉器制御装置15と同様に動作し、いずれも他区間事故と判定してそれぞれの区分開閉器14を投入状態に保持する。

【0093】したがって、変電所1の遮断器3の再投入前の配電線4の事故停電中に、図10に示すように事故区間#2の区分開閉器14のみがその開閉器制御装置15の矢印線の開放制御で開放状態にロックされ、事故区間#2が自動的に系統から切離される。

【0094】そのため、遮断器3が再閉路すると、従来の試送電の場合のような再停電が発生せず、図11に示すように、事故区間#2より上流の健全区間#0、#1が直ちに復旧する。

【0095】なお、開閉器制御装置15間の通信は、例えば、各開閉器制御装置15にそれぞれアドレスを設定し、つぎに説明する信号フォーマットで行われる。

【0096】まず、前記の呼出信号及び応答信号は、一般的なデジタル伝送の場合と同様、図12(a)、(b)のフレーム構成に形成され、呼出信号は同図(a)に示すように、先頭から順の同期信号SYNC、相手先のアドレス AD_1 、送信元のアドレス AD_2 、情報種別ID、情報(データ) DAT_1 、終了フラグENDのエリアからなり、応答信号は同図(b)に示すように、先頭から順の同期信号SYNC、相手先のアドレス AD_1 、送信元のアドレス AD_2 、情報種別ID、情報(データ) DAT_2 、情報(データ) DAT_3 、終了フラグENDのエリアからなる。

【0097】さらに、各エリアは図13に示すようにそれぞれスタートビットst、8ビットの情報data、ストップビットsp、パリティビットptからなり、スタートビットstは論理0、ストップビットspは論理1である。

【0098】そして、情報種別IDのエリアの情報dataの8ビットは、呼出し(呼出信号)、応答(応答信号)に応じて図14に示すようになる。

【0099】また、呼出信号の情報 DAT_1 のエリアの情報dataの8ビットは、その内容に応じて図15に示すようになる。

【0100】さらに、応答信号の情報 DAT_2 のエリアの情報dataの各ビット b_0 、 b_1 、…、 b_7 は図16(a)に示すように、自区間の区分開閉器14の入切

(開閉器状態)、系統電圧の有無(電圧有り)、過電流情報の有無(過電流有り)、…、応答情報(応答良好)の表示に割当てられ、位相差の情報伝送に割当てられる情報 DAT_2 のエリアの情報dataの各ビット b_0 、 b_1 、…、 b_7 は同図(b)に示すように、最上位ビット b_0 が正、負の符号ビットに使用され、残りの7ビット $b_1 \sim b_7$ が 2° 間隔の $0^\circ \sim 180^\circ$ の位相差の数値に使用され、この7ビット $b_1 \sim b_7$ の数値の2倍が実際の位相差の絶対値になる。

【0101】なお、図16(a)のビット b_0 は論理1、0が入、切に対応し、ビット b_1 は論理1、0が電圧の有、無に対応し、ビット b_2 は論理1、0が過電流情報の有、無に対応する。

【0102】そのため、前記の区間#1の開閉器制御装置15から負荷側次区間#2の開閉器制御装置15への呼出信号、この呼出信号に対する応答信号は図17の(a)、(b)に示すようになり、区間#2の開閉器制御装置15から負荷側次区間#3の開閉器制御装置15への呼出信号、この呼出信号に対する応答信号は図18の(a)、(b)に示すようになる。

【0103】そして、通信線16を介した各区間#1、#2、#3、…の開閉器制御装置15とそれぞれの負荷側次区間#2、#3、#4、…の開閉器制御装置15との間の通信により、配電線4の事故停電中に事故区間#2の区分開閉器14が開放状態にロックされて事故区間#2が系統から切離されるため、従来の試送電を行う場合のような停電のくり返しなく、遮断器3の再閉路により直ちに健全区間#0、#1が復電する。

【0104】また、従来の図19の配電系統制御センタ10のような遠方監視制御の基地局設備が不要で配電線1から基地局設備までの通信線等を省いて健全区間#0、#1を迅速に復電することができ、この場合、隣りの区間の開閉器制御装置15の間の比較的短距離の通信でよいから、通信電力が前記基地局設備と通信する場合より著しく少なくて済む。

【0105】そして、通信線16を省いて各開閉器制御装置15に無線送受信機能を付加し、開閉器制御装置15間の通信を無線通信にしてもよく、この場合、無通信の電力は数キロワットの電力でよく、例えば、特定小電力無線の小形のトランシーバ用モデムを用いて極めて安価かつ小形に形成することができる。

【0106】また、通信線16を省いて配電線搬送方式で通信するようにしてもよく、この場合も必要な通信電力は従来より大幅に少なくなる。

【0107】そして、国内の配電系統には勿論、海外の配電系統にも適用することができる。

【0108】なお、開閉器制御装置15の内部構成や通信フォーマット等は本実施の形態のものに限られるものではない。

【0109】また、所定の2相はA、C相以外であって

もよいのは勿論であり、配電線4は3相に限定されるものではない。

【0110】

【発明の効果】本発明は、以下に記載する効果を奏する。配電線4の事故停電中に、バックアップ電源24で動作し、このとき、自区間の零相電流の監視に基づき、その変化から樹枝状、非接地系統の配電線4の地絡事故の発生を確実に検出することができる。

【0111】また、地絡事故が発生したときに、所定の2相、例えばA、C相の線間電圧を基準に計測した事故点より上流の前記線間電圧と零相電流との位相差と、事故点より下流の同じ線間電圧と零相電流の位相差との差が $\pm 90^\circ$ より大きくなり、その絶対値が 90° より大きくなるため、自区間の前記位相差の記憶値と負荷側の隣りの区間の開閉器制御装置15から受信した前記負荷側の隣りの区間の位相差の記憶値との差の絶対値を求めることにより、この絶対値が 90° より大きくなることから自区間事故を検出することができる。

【0112】そして、自区間事故であれば、変電所1の遮断器3が再閉路する前に、自区間の区分開閉器14を開放して事故区間を自動的に切離すことができるため、遮断器3が再閉路すると、事故区間より上流の健全区間を直ちに復旧することができる。

【0113】この場合、配電線4の事故停電後、従来の試送電等を行うことなく、変電所1の遮断器3が再閉路するまでに迅速に健全区間を復旧することができ、しかも、負荷側の隣接区間の開閉器制御装置と通信するのみであるため、従来の遠方監視制御の大規模な基地局設備やその通信設備は不要である。

【0114】そのため、従来の試送電等を行うことなく、大規模な基地局設備及びその通信設備等を備えることなく、隣りの区間の開閉器制御装置15との通信のみにより、従来は困難であった樹枝状、非接地系統の配電線4の地絡事故の発生を検出して事故区間より上流の健全区間を迅速に復旧することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の1形態の回路ブロック図である。

【図2】図1の動作説明用の第1のフローチャートである。

【図3】図1の動作説明用の第2のフローチャートである。

【図4】(a)～(q)は図1の開閉器制御装置が設けられた配電線に地絡事故が発生したときの動作説明用のタイミングチャートである。

【図5】図1の開閉器制御装置が設けられた配電系統の通電中の系統図である。

【図6】図5の配電系統の事故停電時の系統図である。

【図7】図6の区間#1の開閉器制御装置の事故区間判定の説明図である。

【図8】図6の区間#2の開閉器制御装置の事故区間判定の説明図である。

【図9】図6の区間#3の開閉器制御装置の事故区間判定の説明図である。

【図10】図5の配電系統の事故区間の切離し説明用の系統図である。

【図11】図5の配電系統の復電時の系統図である。

【図12】(a)、(b)は図1の開閉器制御装置の呼出信号、応答信号の通信フォーマットの説明図である。

【図13】図12の通信フォーマットの各エリアの構成説明図である。

【図14】図12の通信フォーマットの一部の情報内容の説明図である。

【図15】図12の通信フォーマットの呼出信号のときの一部の情報内容の説明図である。

【図16】(a)、(b)はそれぞれ図12の通信フォーマットの応答信号のときの一部の情報内容の説明図である。

【図17】(a)、(b)は図6の区間#1の開閉器制御装置の呼出信号、応答信号の説明図である。

【図18】(a)、(b)は図6の区間#2の開閉器制御装置の呼出信号、応答信号の説明図である。

【図19】基地局設備を有する従来系統の通電中の系統図である。

【図20】図19の従来系統の事故停電時の系統図である。

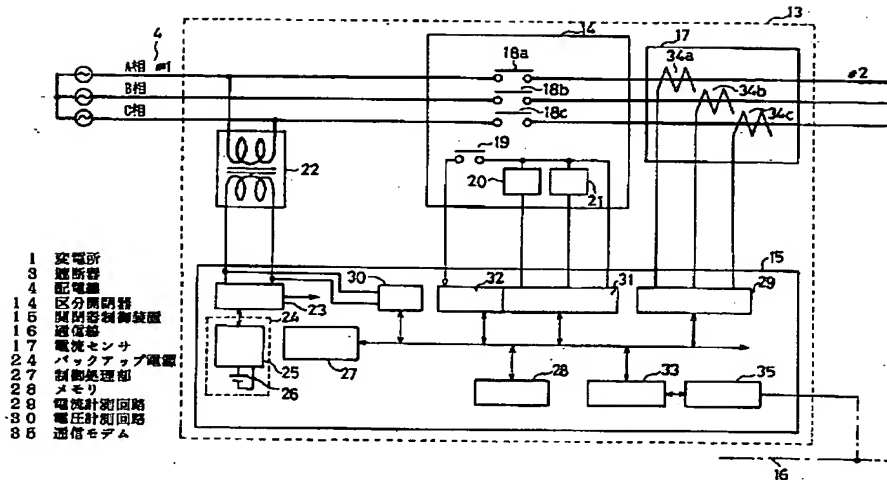
【図21】図19の従来系統の事故区間の切離し説明用の系統図である。

【図22】図19の従来系統の復電時の系統図である。

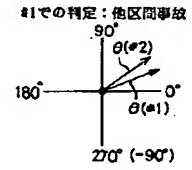
【符号の説明】

- 1 変電所
- 3 遮断器
- 4 配電線
- 14 区分開閉器
- 15 開閉器制御装置
- 16 通信線
- 17 電流センサ
- 24 バックアップ電源
- 27 制御処理部
- 28 メモリ
- 29 電流計測回路
- 30 電圧計測回路
- 35 通信モデム

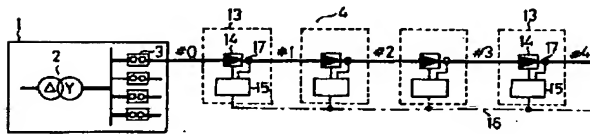
【図1】



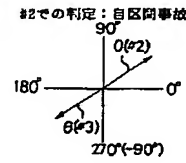
【図7】



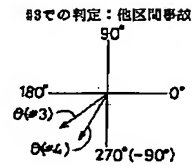
【図5】



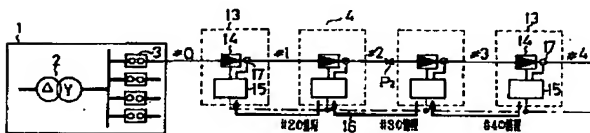
【図8】



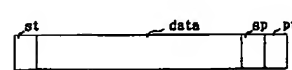
【図9】



【図6】



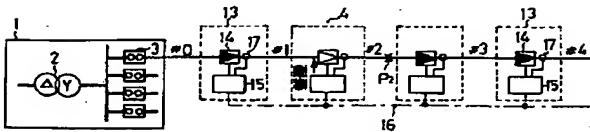
【図13】



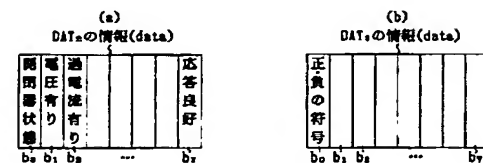
【図14】

情報種別(ID)の内容	情報(data)
呼出し	0 0 0 0 0 0 0 1
応答	0 0 0 0 0 0 1 0

【図10】



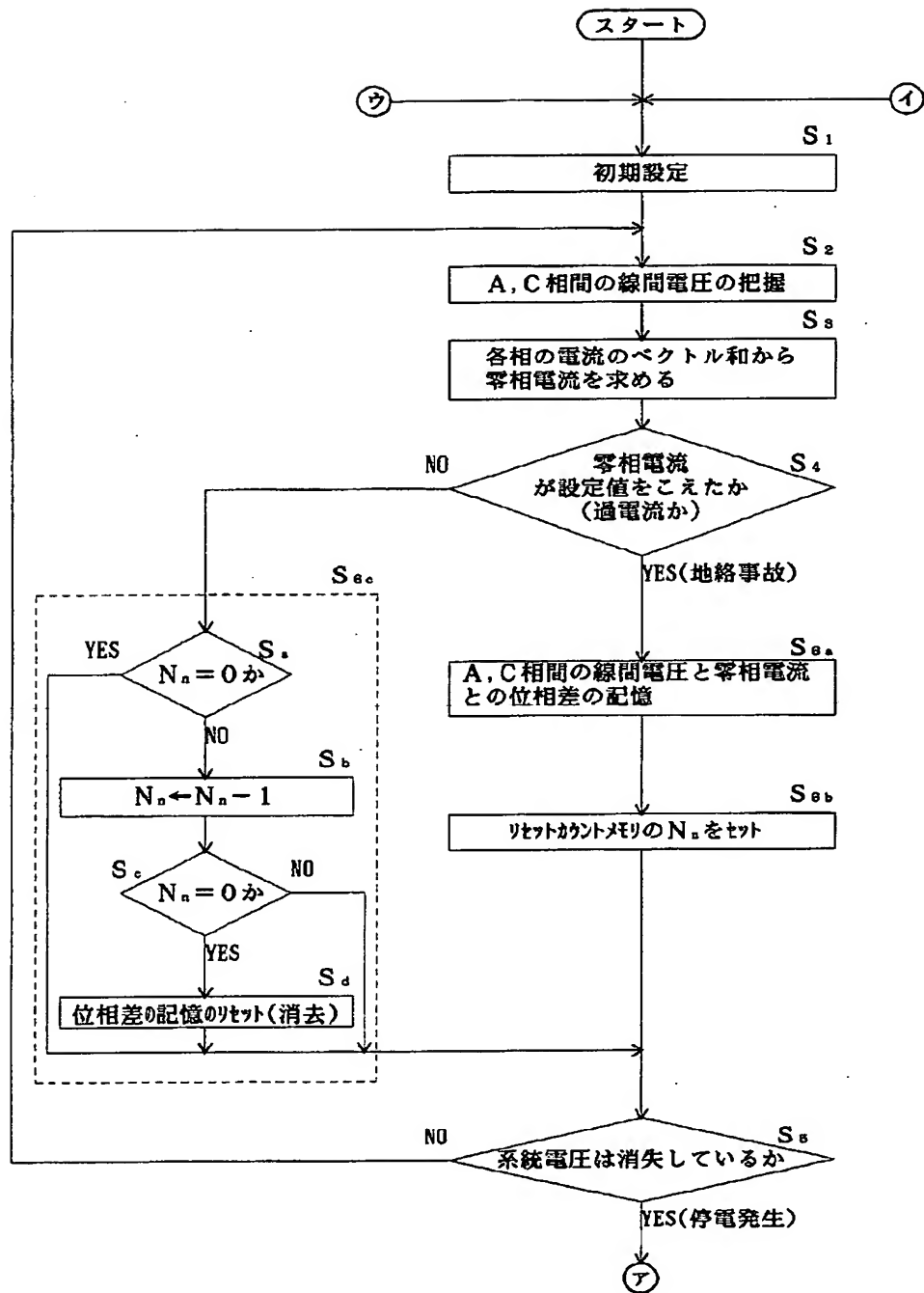
【図16】



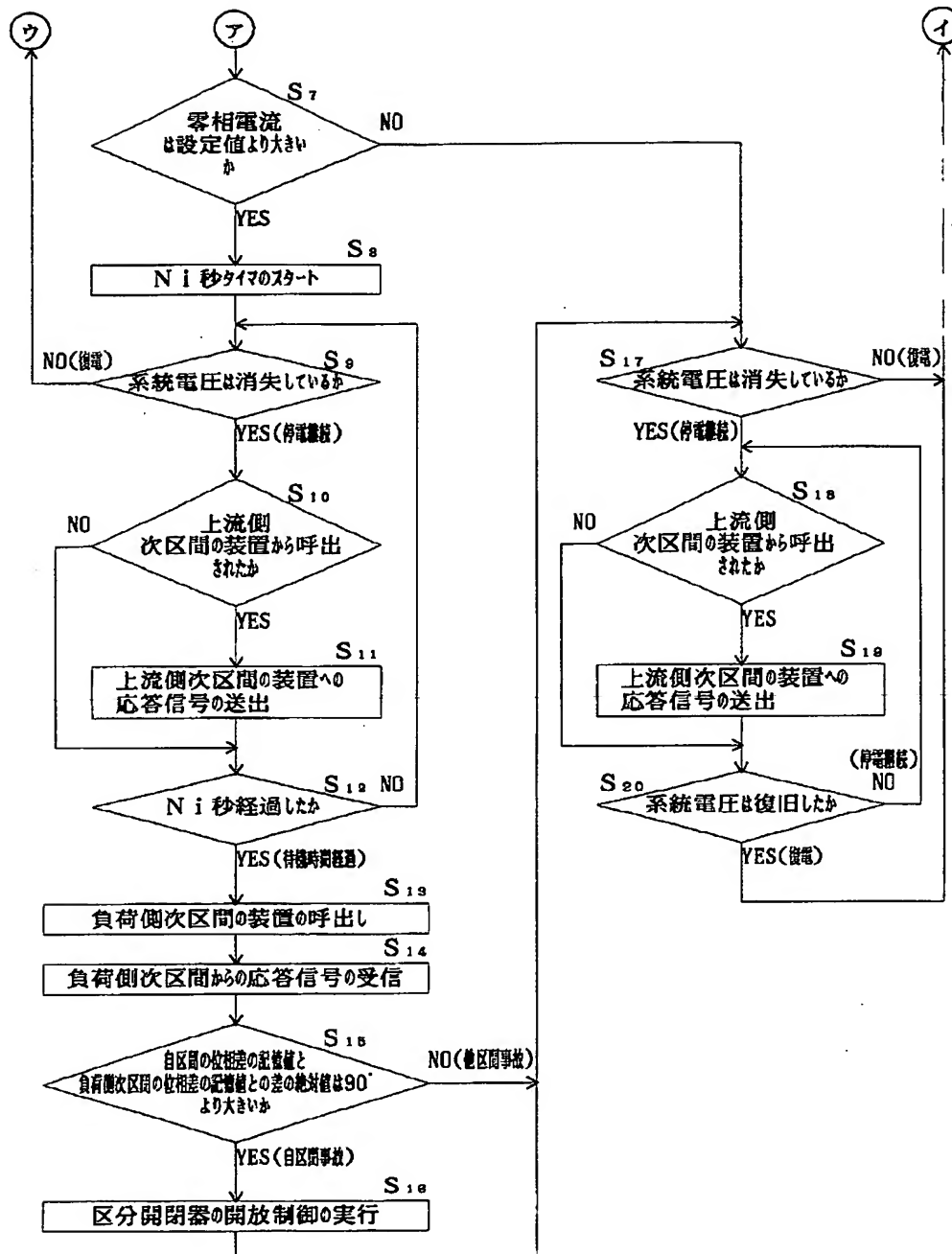
【図15】

DAT ₁ の内容	情報(data)
開閉器投入指令	0 0 0 0 0 0 0 1
開閉器開放指令	0 0 0 0 0 0 1 0
状態情報要求	0 0 0 0 0 0 1 1

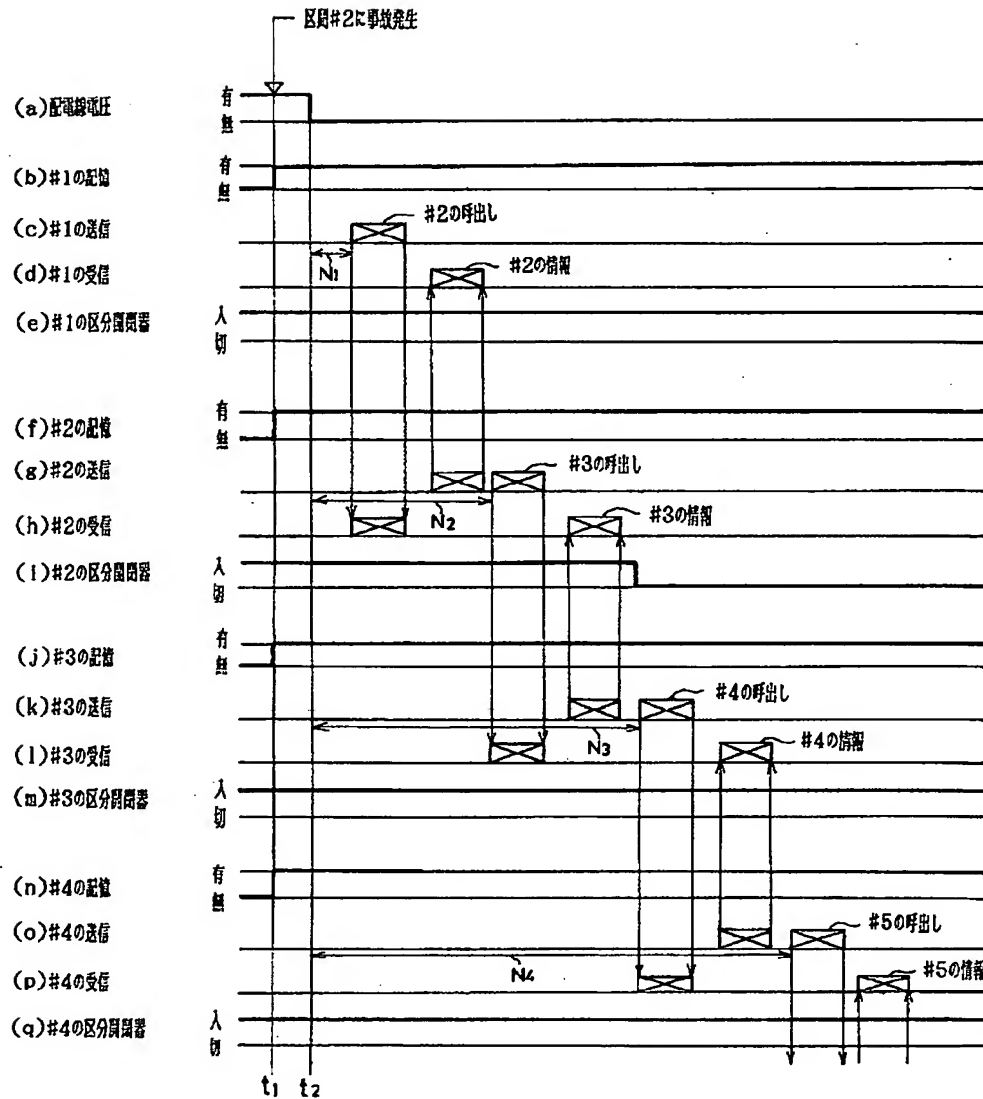
【図2】



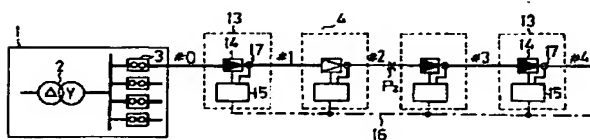
【図3】



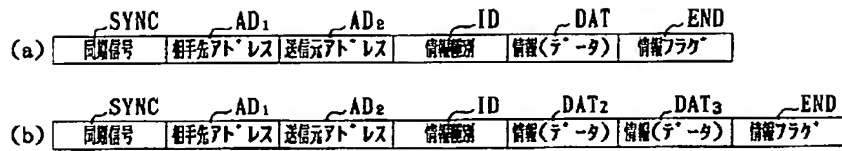
【図4】



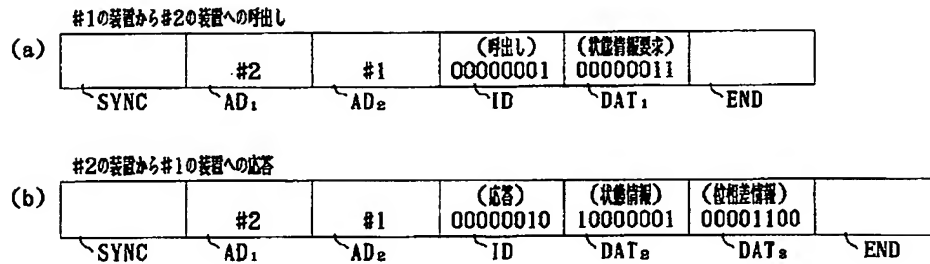
【図11】



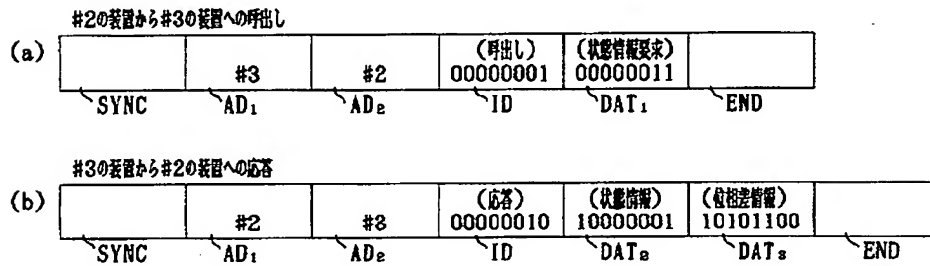
【図12】



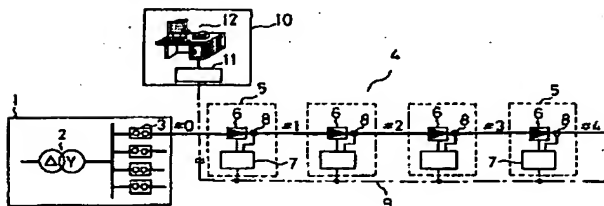
【図17】



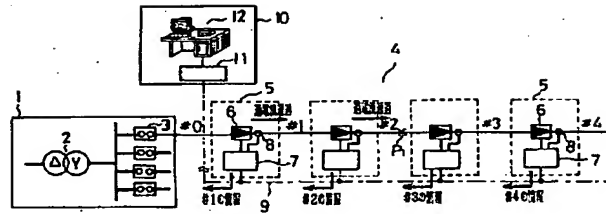
【図18】



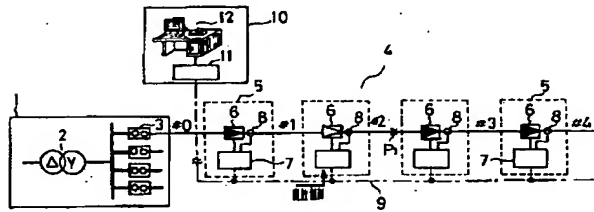
【図19】



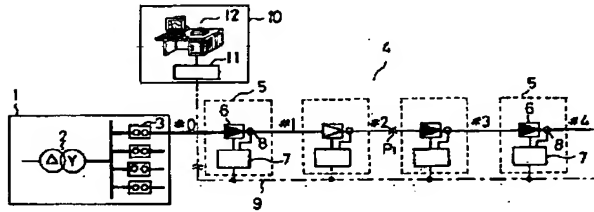
【図20】



【図21】



【図22】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.